

<https://helda.helsinki.fi>

---

## Pulmonaalihypertensio leikkausriskinä

Aronen, Merja

2019

---

Aronen , M 2019 , ' Pulmonaalihypertensio leikkausriskinä ' , Duodecim , Vuosikerta. 135 ,  
Nro 11 , Sivut 1029-1036 . < <https://www.duodecimlehti.fi/api/pdf/duo14943> >

---

<http://hdl.handle.net/10138/318802>

---

publishedVersion

---

*Downloaded from Helda, University of Helsinki institutional repository.*

*This is an electronic reprint of the original article.*

*This reprint may differ from the original in pagination and typographic detail.*

*Please cite the original version.*

Merja Aronen

# Pulmonaalihypertensio leikkausriskinä

Pulmonaalihypertensio eli keuhkoverenpainetauti on harvinainen sairaus, joka lisää kuolleisuutta ja sairastavuutta niin sydän- kuin muunkin kirurgian yhteydessä. Ongelmien lisääntymisen syitä ovat oikean kammion vajaatoiminta, rytmihäiriöt, leikkauksenjälkeinen hypoksemia ja sydänlihaksen hapenpuute. Moniammatillisen näkemyksen selvittäminen ennen leikkausta auttaa arvioimaan toimenpiteestä saavutettavaa hyötyä suhteessa pulmonaalihypertension aiheuttamaan suurentuneeseen komplikaatiorisktiin, vaikka yhtenäisiä ohjeita riskitekijöistä tai leikkauksenaikaisesta optimaalisesta hoidosta ei olekaan. Huolellisella suunnittelulla ja hoitopaikan valinnalla voidaan merkittävästi vähentää komplikaatioita.

**P**ulmonaalihypertensiolla tarkoitetaan heterogeenista ryhmää sairauksia, joissa keuhkovoaltimoiden keskipaine levossa on vähintään 25 mmHg. Pulmonaalihypertensio voi olla pre- tai postkapillaarinen tai näiden yhdistelmä (**TAULUKKO 1**) (1).

Pulmonaalihypertensio jaetaan viiteen eri luokkaan etiologian mukaan (**TAULUKKO 2**) (1). Sydämen vasemman puolen sairaudet, varsinkin läppäviat, ovat tärkein pulmonaalihypertension aiheuttaja. Sen sijaan krooninen tromboembolinen pulmonaalihypertensio (CTEPH) ja pulmonaaliarteriahypertensio (PAH) ovat harvinaisia. Pulmonaalihypertension etiologia ja vaikeus vaikuttavat potilaan ennusteeseen ja hoitoon.

Pulmonaaliarteriahypertensiota sairastaa noin 11–26 henkilöä miljoonasta (2). Potilaista 75–80 % on naisia. Diagnoosi varmistuu usein myöhään, sillä alussa oireet ovat epäspesifisiä, kuten hengenahdistus rasituksessa, väsymys, tajunnanmenetys tai rintakipu (3). Pulmonaaliarteriahypertensiota epäiltäessä sydämen kaikukuvausta käytetään seulontamenetelmänä, joka antaa viitteitä myös taudin taustalla olevasta etiologiasta. Kolmiliuskaläppävuodon huippupainegradientti, johon lisätään keskuslaskimopaine, antaa arvion systolisesta pulmonaalipaineesta. Diagnoosi varmistetaan sydämen oikean puolen katetroinnilla.

## Patofysiologiaa

Pulmonaaliarteriahypertensio on pienten keuhkovoaltimoiden sairaus, jossa endoteelin vasodilaation ja vasokonstriktion välinen tasapaino häiriintyy (2). Seurauksena ovat verisuonten seinämän paksuuntuminen, tulehdustila, vasokonstriktio, tukostaipumus ja suonten uudelleen muovautuminen.

Verisuonten virtausvastus keuhkoverenkierrossa lisääntyy, mikä kuormittaa sydämen oikeaa puolta. Oikea kammio kasvattaa aluksi lihasmassaansa pystyäkseen pitämään yllä sydämen minuuttitilavuutta. Myöhemmin oikea kammio ja kolmiliuskaläpän läppärensä (anulus) laajenevat. Vasemman kammion täyttöpaine (esikuorma) on oikean kammion vajaatoiminnan, kolmiliuskaläpän vuodon ja suuren keuhkoverenkierron vastuksen vuoksi pieni. Lisäksi kammioväliseinän työntyminen vasemmalle vaikeuttaa vasemman kammion täyttymistä.

Pääte-elinten kudospertuusio vaikeutuu laskimoverentungoksen suurentumisen ja sydämen minuuttitilavuuden pienentymisen vuoksi. Paksu oikea kammio on myös altis iskemialle. Sepelvaltimovirtaus oikeaan kammioon tapahtuu sekä diastoleessa että systoleessa, mikä tekee siitä haavoittuvaisen hypotensiolle. Kun sairaus on edennyt pitkälle, pienetkin muu-

**TAULUKKO 1.** Pulmonaalihypertension määritelmä (1).

Määritelmä	Diagnostiset kriteerit	Etiologia (TAULUKKO 2)
Pulmonaalihypertensio	mPAP $\geq$ 25 mmHg	Kaikki
Prekapillaarinen pulmonaalihypertensio	mPAP $\geq$ 25 mmHg PAWP $\leq$ 15 mmHg PVR $>$ 3 Wy	1. Pulmonaaliarteriahypertensio 3. Keuhkosairauksiin tai hypoksemiaan liittyvä pulmonaalihypertensio 4. Krooninen tromboembolinen pulmonaalihypertensio 5. Pulmonaalihypertensio, jonka etiologia on epäselvä tai monitekijäinen
Postkapillaarinen pulmonaalihypertensio	mPAP $\geq$ 25 mmHg PAWP $>$ 15 mmHg	2. Pulmonaalihypertensio johtuu sydämen vasemman puolen sairaudesta 5. Pulmonaalihypertensio, jonka etiologia on epäselvä tai monitekijäinen
• Isoloitunut postkapillaarinen pulmonaalihypertensio	DPG $<$ 7 mmHg tai PVR $\leq$ 3 Wy	
• Yhtaikainen post- ja prekapillaarinen pulmonaalihypertensio	DPG $\geq$ 7 mmHg tai PVR $>$ 3 Wy	

DPG = diastolisen pulmonaalipaineen ja kiilapaineen erotus (diastolic pressure gradient, dPAP-mPAWP), mPAP = keski-keuhkovaltimoverenpaine (mean pulmonary arterial pressure), PAWP = kiilapaine (pulmonary artery wedge pressure) PVR = keuhkoverenkierron vastus (pulmonary vascular resistance), Wy = Woodin yksikkö

tokset sydämen rytmissä, verenpaineissa sekä keuhkoverenkierron vastuksessa tai paineissa voivat aiheuttaa oikean kammion vajaatoiminnan (**KUVA**) (9).

## Ennuste

Pulmonaaliarteriahypertensiota sairastavien ennuste on parantunut viime vuosina. Elinajan odotteen mediaani on nykyään kuusi vuotta, kun se 1980-luvulla oli vain 2,8 vuotta diagnoosista (2). Pulmonaaliarteriahypertension huonon ennusteen merkkejä ovat muun muassa vaikea oikean kammion vajaatoiminta, huono suorituskyky, pieni sydämen minuutti-indeksi, korkea oikean eteisen paine, natriureettisen peptidin pitoisuuden suureneminen ja sydämen kaikukuvauksella todettava merkittävä oikean kammion suurentuminen (4).

Väestön ikääntyessä sydämen vasemman puolen vikoihin liittyvä pulmonaalihypertensio lisääntyy. Tarkkoja arvioita esiintyvyydestä ei kuitenkaan ole. Potilaat ovat useimmiten iäkkäitä naisia, joilla on metabolinen oireyhtymä ja muita kardiovaskulaarisia riskitekijöitä (1).

Sydämen vasemman puolen vikoihin liittyvän pulmonaalihypertension on todettu huo-

nontavan ennustetta. Australialaisen Armadale Echo -tutkimuksen mukaan elinajan odotteen mediaani sydämen kaikukuvauksella tehdystä diagnoosista oli 4,1 vuotta. Pulmonaalihypertension vaikeus lisäsi merkittävästi kuolleisuutta, sillä vaikean taudin yhteydessä riski oli yli kolminkertainen (5). Mikäli vasemman kammion toiminnan heikentymiseen liittyy korkea keuhkoverenpaine ja oikean kammion vajaatoiminta, kuolleisuus lisääntyy entisestään (6).

## Hoito

Pulmonaalihypertension hoitoon kuuluu taustalla olevien sairauksien kuten sydämen vajaatoiminnan ja keuhkosairauksien hoidon optimointi. Antikoagulaatio on kulmakivi luokan 4 pulmonaalihypertension hoidossa ja aiheellinen myös idiopaattista pulmonaaliarteriahypertensiota sairastaville. Ohjattu liikunta on vaikuttanut suotuisasti potilaisiin, joiden pulmonaalihypertensio on stabiili ja pulmonaalihypertensiolääkitys optimoitu (7).

**Lääkehoito.** Kalsiumkanavan salpaajia on käytetty pulmonaaliarteriahypertension hoidossa pisimpään, mutta niistä hyötyy nykyä-sityksen mukaan alle 10 % potilaista. Uudem-

mat, spesifiset keuhkoverenkiertoon vaikuttavat lääkkeet ovat merkittävästi parantaneet potilaiden toimintakykyä ja ennustetta. Näistä prostasykliiniä ja sen johdoksia, fosfodiesteraasi 5:n estäjiä, endoteliinireseptoriantagonisteja sekä guanylaattisyklaasin stimulaattoria käytetään joko yksinään tai yhdistelminä (8).

**Keuhkonsiirto.** Keuhkonsiirto on vaihtoehto pienelle osalle pulmonaaliarteriahypertensiopotilaista, jotka eivät saa vastetta muista hoidoista. Osa kroonista tromboembolista pulmonaalihypertensiota sairastavista hyötyy leikkauksesta, jossa poistetaan trombimassaa ja keuhkovaltimon sisäpintaa (8).

## Leikkausta edeltävä riskinarviointi

Vaikka yhtenäisiä suosituksia riskinarvioinnista ei ole, auttaa moniammatillinen lähestyminen kartoittamaan mahdolliset riskit ja suhteuttamaan ne toimenpiteillä mahdollisesti saavutettaviin hyötyihin (10). Potilaan fyysinen suorituskky, pulmonaalihypertension etiologia ja vaikeus sekä leikkauksen suuruus antavat viitteitä tulevista ongelmista. Ennen toimenpidettä pyritään optimoimaan pulmonaalihypertension, oikean kammion vajaatoiminnan ja liitännäissairauksien hoito.

Erityisesti spesifistä pulmonaaliarteriahypertensiolääkitystä jatketaan leikkauksen yli. Hoitopaikka ja leikkauksenjälkeinen seuranta valitaan saadun tiedon valossa. Pulmonaaliarteriahypertensiopotilaiden ja keskivaikeaa tai vaikeaa pulmonaalihypertensiota sairastavien hoitopaikaksi suositellaan sairaalaa, jossa on kokemusta pulmonaalihypertensiopotilaiden hoidosta (8,11).

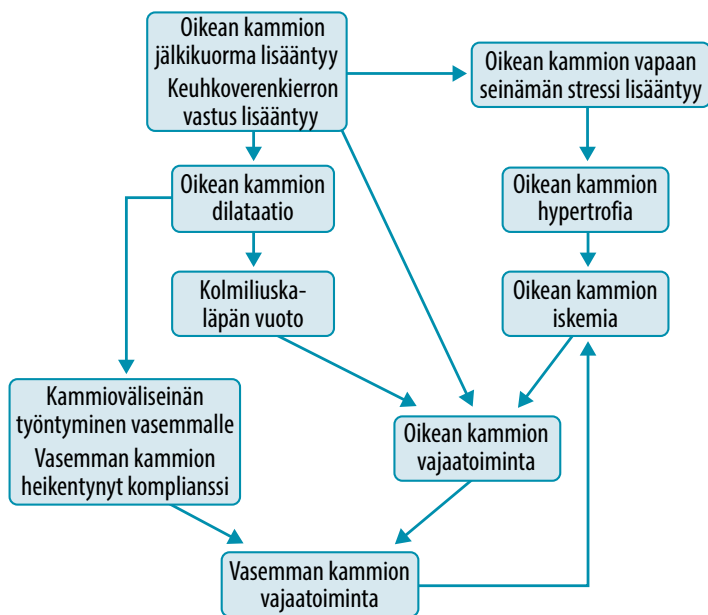
**Sydänkirurgia.** Pulmonaalihypertension esiintyminen sydämen vasemman puolen vikojen yhteydessä kuvastaa pidemmälle edennyttä tautia ja huonoa ennustetta. Läppävikojen mekaanisen korjaamisen jälkeen keuhkoverenpaineet eivät välttämättä normalisoidu tai laskevat vain vähän (12). Jo lievät pulmonaalihypertensio lisää hiippaläppäkirurgiakomplikaatioita, ja vaikean pulmonaalihypertension on todettu olevan itsenäinen kuolleisuutta lisäävä tekijä aorttaläppäkirurgiassa (13,14). Myös katetri-läppätoimenpiteiden yhteydessä pulmonaali-

## TAULUKKO 2. Pulmonaalihypertension luokitus (1).

1. Pulmonaaliarteriahypertensio (PAH)
  - 1.1. Idiopaattinen PAH
  - 1.2. Periytyvä PAH
  - 1.3. Lääkkeiden ja toksiinien indusoima PAH
  - 1.4. PAH assosioituneena
    - 1.4.1. sidekudossairauksiin
    - 1.4.2. HIV-infektioon
    - 1.4.3. portahypertensioon
    - 1.4.4. synnynnäisiin sydämvikoihin
    - 1.4.5. skistosomiaasiin
- 1'. Keuhkojen veno-okklusiivinen tauti tai keuhkojen hiussuonten hemangiomatoosi
- 1''. Vastasyntyneen persistentti pulmonaalihypertensio (PPHN)
2. Sydämen vasemman puolen sairauksiin liittyvä pulmonaalihypertensio
  - 2.1. Vasemman kammion systolinen vajaatoiminta
  - 2.2. Vasemman kammion diastolinen vajaatoiminta
  - 2.3. Läppäviat
  - 2.4. Synnynnäiset tai hankinnaiset vasemman kammion sisään- ja ulosvirtauskanavien ahtaumat sekä synnynnäiset kardiomyopiat
3. Keuhkosairauksiin tai hypoksemiaan aiheuttaviin tiloihin liittyvä kohonnut keuhkoverenpaine
  - 3.1. Keuhkoahtaumatauti
  - 3.2. Interstitiaaliset keuhkosairaudet
  - 3.3. Muut keuhkosairaudet, joihin liittyy sekä restriktiivinen että obstruktiivinen ventilaatiohäiriö
  - 3.4. Uniapnea
  - 3.5. Alveolaarinen hypoventilaatio
  - 3.6. Pitkäaikainen oleskelu korkealla merenpinnasta
  - 3.7. Kehityshäiriöt
4. Krooninen tromboembolinen pulmonaalihypertensio
5. Muista syistä johtuva pulmonaalihypertensio
  - 5.1. Hematologiset syyt: hemolyttinen anemia, myeloproliferatiiviset tilat, pernan poiston jälkitila
  - 5.2. Yleissairaudet: sarkoidoosi, keuhkojen histiosytoosi, lymfangiomyomatoosi
  - 5.3. Aineenvaihduntahäiriöt: Gaucher'n tauti, kilpirauhassairaudet
  - 5.4. Muut: kasvaimen aiheuttamat tukokset keuhkoverenkierrossa, fibrotisoiva välikarsinatulehdus, munuaisten krooninen vajaatoiminta

hypertensio lisää aorttastenoosipotilaiden kuolleisuutta pitkän ajan kuluessa (15).

**Muu kuin sydänkirurgia.** Tutkimuksia, jotka käsittelevät pulmonaalihypertensiopotilaiden ennustetta muiden kuin sydänkirurgisten toimenpiteiden yhteydessä, on vähän. Nämä tutkimukset ovat enimmäkseen pieniä, takautuvia yhden keskuksen kontrolloimattomia



**KUVA.** Pulmonaalihypertensio ja oikean kammion vajaatoiminnan syntymekanismit.

tutkimuksia. Toimenpiteiden kirjo on laaja, eikä anestesia- ja hoito- vaihtelevat, samoin potilaiden liittännäissairaudet. Laajamittaisen päätelmien tekeminen niiden perusteella on vaikeaa.

Eri aineistoissa kuolleisuus on ollut 1–18 % ja sairastavuus 14–42 % (TAULUKKO 3) (16–22). Tavallisimmat kuolinsyyt ovat oikean kammion vajaatoiminta, hengitysvajaus ja hypoksemia. Muita komplikaatioita ovat rytmihäiriöt, hengityskonehoidon pitkittyminen, sepsis, munuaisten vajaatoiminta, sydänlihaksen iskemia sekä pitkittynyt teho- ja sairaalahoito.

Leikkauksenaikaista riskiä lisäävät toimenpiteet, joihin liittyy suuri verenvuoto, merkittävä systeeminen tulehdusreaktio, laparoskopia (hiilidioksidityttö), rasva- tai ilmaemboliamahdollisuus sekä keuhkoresektiot. Muita riskiä lisääviä tekijöitä ovat päivystysleikkaus, ASA-riskiluokkiin (American Society of Anesthesiologists classification) 2–5 kuuluminen, suuri kirurginen toimenpide, pitkä anestesia- ja toimenpideaika sekä vasopressorien perioperatiivinen tarve (16–18).

Potilaaseen liittyvistä tekijöistä aiemmin sairastettu keuhkoembolia, uniapnea, sepelvalti-

motauti, krooninen munuaisten vajaatoiminta, NYHA-luokkiin (New York Heart Association classification) 2–4 kuuluminen, korkea keuhkoverenpaine, oikean kammion systolisen paineen ja systeemisen verenpaineen suhde yli 0,66 ja alle 399 metrin tulos kuuden minuutin kävelytestissä huonontavat ennustetta (18,19).

**Rintakehän alueen leikkaukset** vaativat usein yhden keuhkon ventilaatiota, jota pulmonaalihypertensiopotilaat eivät välttämättä siedä keuhkoverenpaineen nousun ja keuhkoverenkierron vastuksen lisääntymisen vuoksi. Nämä voivat jäädä pysyviksi. Keuhkofibroosipotilailta tähtystämällä otettujen keuhkobiopsioiden yhteydessä kahdeksasta pulmonaalihypertensiopotilaasta kaksi kuoli ja neljä sai muita komplikaatioita (23). Rintakehän alueen toimenpiteet voivat myös lisätä massiivisten verenvuotojen riskiä (24).

Toisaalta tarkasti valittujen keuhkohtaumapotilaiden, joiden pulmonaalihypertensio oli lievä tai keskivaikea, keuhkotilavuuden pienentämisleikkauksen jälkeen ei esiintynyt lainkaan kuolleisuutta 90 päivän kuluessa (25). Pulmonaalihypertensiopotilaiden keuhkoresektioihin ei liittynyt tilastollisesti merkittävää kuolleisuus- tai sairastavuuseroa verrokkiryhmään

**TAULUKKO 3.** Pulmonaalihypertensiokuolleisuus ja -sairastavuus muun kirurgian kuin sydänkirurgian yhteydessä (16–22).

Viite	(18)	(20)	(17)	(16)	(21)	(22)	(19)
Potilaiden lukumäärä	145	21	62	28	3 543	173	114
Tutkimuksen toteutus	Takautuva, oikean puolen katetrointi ja transtorakaalinen kaikukardiografia	Takautuva, oikean puolen katetrointi, vaikea pulmonaalihypertensio	Takautuva, kontrolloitu, ei oikean puolen katetrointia, transtorakaalinen kaikukardiografia	Takautuva, oikean puolen katetrointi, lievä tai keskivaikea pulmonaalihypertensio	NIS-tietokanta, vertaistutut verrokkipotilaat, vain välitön leikkauksen jälkeinen aika, lonkka- tai polviproteesi	Takautuva, kontrolloitu, oikean puolen katetrointi	Etenevä, oikean puolen katetrointi
Sairastavuus (%)	42	19	24	29	Ei kerrottu	28	Ei kerrottu
Perioperatiivinen/sairaalkuolleisuus (%)	7	18	9,7	7	2,4/0,9	1	3,5
Yleisanestesiassa hoidettujen osuus (%)	100	79	58	50	Ei kerrottu	100	82

NIS = (yhdyssvaltalainen) National Inpatient Sample

nähdessä (26). Emme kuitenkaan suosittele toimenpiteitä happirikastin- tai pulmonaalivasodilataattorihoitoa tarvitseville.

**Portopulmonaalinen hypertensio ja maksansiirto.** Portopulmonaalisen hypertension ennuste hoitamattomana on huono. Sen esiintyvyys maksansiirtokelpoisuuden kannalta arvioitujen potilaiden joukossa on 5–10 %. Portopulmonaalisen hypertension vaikeus ei korreloi maksasairauden vaikeuteen eikä etiologiaan (27). Mayo-klinikan tutkimuksen mukaan kuolleisuus maksansiirron yhteydessä oli 100 %, jos keskikeuhkovaltimoverenpaine (mPAP) oli yli 50 mmHg, ja 50 %, kun mPAP oli 35–50 mmHg ja keuhkoverenkierron vastus  $\geq 250$  dyneä/s/cm<sup>5</sup> (28). International Liver Transplant Societyn (ILTS) suosituksissa portopulmonaalisen hypertension pulmonaalivasodilataatiolääkitys tulisi aloittaa, jos mPAP-arvo on yli 35 mmHg ja jos arvo  $\geq 45$ –50 mmHg on maksansiirron vasta-aihe (29).

## Raskaus

Raskautta ei suositella pulmonaalihypertensio-potilaille suurentuneen kuolemanriskin takia. Eurooppalaiset ohjeet (30) luokittelevat raskauden ja pulmonaalihypertension riskiluokkaan IV, jossa raskaus on vasta-aiheinen.

Pulmonaalihypertensiotilaiden kyky sopeutua raskauden aiheuttamiin veritilavuuden

ja sydämen minuuttitilavuuden muutoksiin on rajallinen. Ääreisvastuksen heikkeneminen, esikuorman lisääntyminen, suurentunut sydämen minuuttitilavuus sekä keuhkoverenkierron vastuksen lisääntyminen altistavat oikean kamion vajaatoiminnalle. Varsinkin muutokset synnytyksen aikana ja välittömästi sen jälkeen ovat kriittisiä. Raskauden aiheuttama keuhkoverenpaineen nousu ja verenkierron vastuksen lisääntyminen voivat jäädä pysyviksi tai niiden normalisoituminen lähtötilanteeseen kestää viikkoja synnytyksen jälkeen (31). Huomattavasti suurentunut taipumus syviin laskimotukoksiin ja keuhkoembolioihin lisää ongelmia.

Äitikuolleisuus on vanhemmissa tutkimuksissa ollut 25–56 %, Eisenmengerin oireyhtymää sairastavien osalta jopa 70 % (32). Registry of Pregnancy and Cardiac Disease (ROPAC) -tutkimuksen mukaan nykyinen tilanne on parempi – kuolleisuus viikon kuluessa synnytyksestä on ollut 3,3 % ja seuraavan puolen vuoden seuranta-aikana 2,6 %. Sydämen vajaatoimintaa esiintyi 27 %:lla, ennenaikaisia synnytyksiä 22 %:lla, keskenmenoja 5,6 %:lla ja sikiökuolemia 2 %:lla. Alaryhmistä idiopaattista pulmonaaliarteriahypertensiota sairastavat pärjäsivät heikoimmin, sillä heidän kuolleisuutensa oli 43 % (33).

Synnytystavasta ei ole yksimielisyyttä, sillä satunnaistetut tutkimukset puuttuvat. Alateitse synnytetessä vältetään anestesia-aineiden

## Ydinasiat

- » Pulmonaalihypertensio on harvinainen sairaus, jonka etiologia ja vaikeus vaikuttavat ennusteeseen.
- » Pulmonaalihypertensio lisää merkittävästi kuolleisuutta ja sairastavuutta sekä sydäntä muun kirurgian yhteydessä.
- » Leikkausta edeltävää moniammatillista riskinarviointia tarvitaan.
- » Useimmat tarvitsevat leikkauksen jälkeen valvonta- tai tehohoitotasoista seurantaa.

aiheuttamat hemodynaamiset muutokset ja verenvuoto- ja infektioriskit ovat pienemmät. Toisaalta elektiivisessä keisarileikkauksessa voidaan paremmin hallita muun muassa synnytyksen ajankohtaa, estää synnytyksen pitkittymistä ja varmistaa hyvä kivunhoito (34). Monet suosittavat elektiivistä keisarileikkausta joko epiduraalipuudutus- tai epiduraali-spinaalipuudutusyhdistelmän annosta hitaasti sovittaen. On myös todettu, että yleisanestesiaan liittyy nelinkertainen kuolemanriski, mutta sairaampien synnyttäjien mahdollista vaikutusta tulokseen ei ole suljettu pois (31).

## Leikkauksenaikainen hoito

Anestesiamuodon valintaan vaikuttavat toimenpide, muut sairaudet ja potilaan toiveet. Perifeeristen puudutusten etuna ovat vähäisemmät hemodynaamiset vaikutukset, mutta yleisanestesia on usein ainoa vaihtoehto (35). Spinaali- ja epiduraalipuudutusteiden hidas antaminen niin, että hemodynaamista vastetta seurataan, vähentää vaikeiden hypotensioiden esiintyvyyttä kerta-annoksiin verrattuna.

Monitoroinnin laajuudesta ei ole yksimielisyyttä, mutta sen pitäisi olla mahdollisimman kattavaa suhteutettuna potilaan vointiin ja toimenpiteen laajuuteen. Perusmonitoroinnin rinnalla ainakin suora valtimopaineen ja usein keskuslaskimopaineen mittaaminen on aiheellista. Keuhkovaltimokatetrin käyttöä tulee harkita

yksilöllisesti. Sen paikalleen uittaminen voi olla varsin vaativaa muun muassa sydämen oikean puolen suuren koon, merkittävän kolmiliuskaläppävuodon ja rytmihäiriöherkkyyden vuoksi. Keuhkovaltimon repeäminen kiilapainetta mitattaessa on mahdollista. Perioperatiivinen sydämen kaikukuvaus auttaa oikean kammion vajaatoiminnan diagnosoinnissa (36).

Tärkeimmät perioperatiiviset tavoitteet ovat riittävä systeeminen verenpaine, oikean kammion optimaalinen esitäyttö ja supistuminen sekä keuhkoverenkierron vastusta lisäävien tekijöiden välttäminen. Oikean kammion vajaatoiminta on usein alidiagnosoitu ja voi olla vaikeasti hoidettavissa. Seurauksena voi olla nopeasti kehittyvä verenkierron romahtaminen ja monielinvaurio. Ennakoiva puuttuminen ongelmiin ja tehokas, kohdistettu hoito vähentävät komplikaatioita (35).

Täytön optimointi on vaativaa varsinkin suurissa leikkauksissa, sillä pulmonaalihypertensiopotilaat eivät mukaudu nopeisiin tilamuutoksiin. Sekä hypo- että hypervolemia ovat haitallisia. Paksuseinäinen oikea kammio vaatii riittävän täytön toimiakseen, ja toisaalta liiallinen nesteytys pahentaa vajaatoimintaa sekä haittaa myös vasemman kammion toimintaa työntämällä kammioväliseinää vasemmalle (36).

Oikea kammio on paksu ja altis iskemialle, jonka jo lievä hypotensio voi provosoida. Verenpainetta voidaan hoitaa vasopressoreilla, kuten noradrenaliinilla, vasopressiinilla tai fenyylifriinillä. Yleisanestesiassa niitä tarvitaan usein jo induktiosta lähtien. Eisenmengerin oireyhtymää sairastavien potilaiden, joilla on synnynäisen sydänvian seurauksena oikovirtaus oikealta vasemmalle, riittävä ison verenkierron vastus pienentää veritietä oikealta vasemmalle ja vähentää sitä seuraavaa desaturaatiota.

Oikean kammion jälkikuormaa lisääviä tekijöitä tulee välttää. Näitä ovat muun muassa hypoksia, hyperkapnia, asidoosi, kipu, ahdistus, pinnallinen anestesia ja hypotermia. Anestesianaikaisessa hengityskonehoidossa korkea positiivinen uloshengityspaine (PEEP) ja huippuilmatiepaine ovat myös haitallisia. Ennen leikkausta aloitettuja pulmonaalivasodilataattoreita jatketaan leikkauksen yli. Toimen-



piteen aikana keuhkoverenkierron vastuksen lisääntymistä voidaan hoitaa inhaloitavalla typpioksidiilla, iloprostilla tai milrinonilla. Kaikille ne eivät kuitenkaan sovi. Keuhkosairauksiin liittyvän pulmonaalihypertension yhteydessä pulmonaalivasodilataattorit voivat lisätä perfuusion ja ventilaation epäsuhtaa. Sydämen vasemman puolen vikojen yhteydessä ne voivat aiheuttaa keuhkopöhön ja pahentaa vasemman kammion vajaatoimintaa. Suoneen annettavat glyseryylinitraatti, nitroprussidi ja epoprostenoli ovat ongelmallisia perioperatiivisessa käytössä verenpainetta laskevan vaikutuksensa vuoksi (36).

Akuutin rytmihäiriön hoitaminen rytmisäätimellä ja sinusrytmin palauttaminen edistävät oikean kammion toimintaa. Tarvittaessa supistuvuutta voidaan parantaa muun muassa dobutamiinilla, milrinonilla, levosimendalla tai adrenaliinilla (37). Mikäli lääkitys ei riitä, veren kehonulkoinen happeuttaminen (venoarterial extracorporeal membrane oxygenation, VA-ECMO) sopii osalle potilaista. Rajoittavana tekijänä on hoidon saatavuus.

## Leikkauksenjälkeinen hoito

Pulmonaalihypertensiopotilaille suositellaan teho- tai valvontatasoista seurantaa. Leikkauksenjälkeiset komplikaatiot ilmenevät useimmiten ensimmäisten 48 tunnin kuluessa, ja niitä

esiintyy myös tasaisesti sujuneiden toimenpiteiden jälkeen (16). Synnyttäjiä tulisi seurata vähintään 72 tunnin ajan, jolloin suuret verenkierrolliset muutokset tapahtuvat. Synnyttäjien sairaalahoido voi pitkittyä viikoiksi (34).

Leikkauksenjälkeisen valvonnan painopiste on oikean kammion toiminnan tukemisessa ja keuhkoverenkierron vastuksen hoidossa. Hoitoperiaatteet ovat samat kuin leikkauksen aikana. Tärkeimmät leikkauksenjälkeiset kuolinsyyt ovat rytmihäiriöt, oikean kammion iskemia ja vajaatoiminta sekä hengitysvajaus.

## Lopuksi

Pulmonaalihypertensio on harvinainen ja ali-diagnosoitu sairaus. Tulevaisuudessa pulmonaalihypertensiopotilaita leikataan kuitenkin entistä useammin muun muassa pulmonaaliarteriahypertensiopotilaiden elinajan odotteen parantumisen vuoksi. Samoin vaikuttaa väestön ikääntyminen, jonka seurauksena sydämen vasemman puolen viat ja niihin liittyvät pulmonaalihypertensiot lisääntyvät.

Leikkausta suunniteltaessa pulmonaaliarteriahypertensiopotilaat tulisi ohjata sairaaloihin, joissa on kokemusta pulmonaalihypertensiopotilaiden hoidosta, samoin kuin potilaat, joiden vasemmanpuoliseen vikaan liittyvä pulmonaalihypertensio on lievää vaikeampi. ■

**MERJA ARONEN, LKT, anesthesiologian ja tehohoidon erikoislääkäri**  
HUS, Meilahden sairaala, leikkausosasto

**VASTUUTOIMITTAJA**  
Janne Rapola

**SIDONNAISUUDET**  
Luento-/asiantuntijapalkkio (SAY)

### SUMMARY

#### **Pulmonary hypertension as operative risk**

Pulmonary hypertension is a rare disease that leads to increased peri-operative mortality and morbidity in cardiac and non-cardiac surgery. The main reasons are right ventricular failure, arrhythmias, postoperative hypoxemia and myocardial ischemia. A thorough understanding of the pathophysiology, severity of the disease and treatment is mandatory. A multidisciplinary approach helps to identify the risk factors and to plan both perioperative and postoperative care.



## KIRJALLISUUTTA

- Galie N, Humbert M, Vachiery JL, ym. 2015 ESC/ERS guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. *Eur Heart J* 2016;37:67–119.
- Thenappan T, Ormiston M, Ryan J, ym. Pulmonary arterial hypertension: pathogenesis and clinical management. *BMJ* 2018;360:j5492.
- Badesh DB, Raskob GE, Elliott CG, ym. Pulmonary arterial hypertension: baseline characteristics from REVEAL Registry. *Chest* 2010;137:376–87.
- Thunberg CA, Gaitan BD, Ashanpreet G, ym. Pulmonary hypertension in patients undergoing cardiac surgery: pathophysiology, perioperative management and outcomes. *J Cardiothorac Vasc Anesthes* 2013;27:551–72.
- McLaughlin VV, Presberg KW, Doyle RL, ym. Prognosis of pulmonary arterial hypertension; ACCP evidence-based clinical practice guidelines. *Chest* 2004;126:785–92.
- Strange G, Playford D, Stewart S, ym. Pulmonary hypertension: prevalence and mortality in the Armadale echocardiography cohort. *Heart* 2012;98:1805–11.
- Rosenkrantz S, Gibbs JSR, Wachter R, ym. Left ventricular heart failure and pulmonary hypertension. *Eur Heart J* 2016;37:942–54.
- Chia KSW, Wong PKK, Faux SG, ym. The benefit of exercise training in pulmonary hypertension: a clinical review. *Intern Med J* 2017;47:361–9.
- Taichmann DB, Ornelas J, Chung L, ym. pharmacologic therapy for pulmonary arterial hypertension in adults, Chest guideline and expert panel report. *Chest* 2014;146:449–75.
- Teo YW and Greenhalgh DL. Update on anaesthetic approach to pulmonary hypertension. *Eur J Anaesthesiol* 2010;27:317–23.
- McGlothlin D, Ivescu N, Heerd P. Anesthesia and pulmonary hypertension. *Prog Cardiovasc Dis* 2012;55:199–217.
- Maeder MT, Weber L, Buser M, ym. Pulmonary hypertension in aortic and mitral valve disease. *Front Cardiovasc Med* 2018;5:40.
- Ghoreishi M, Evans CF, DeFilippi CR, ym. Pulmonary hypertension adversely affects short- and long-term survival after mitral valve operation for mitral regurgitation: Implications for timing of surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011;142:1439–52.
- Malouf JF, Enriquez-Sarano M, Pellikka MA, ym. Severe pulmonary hypertension in patients with severe aortic valve stenosis: clinical profile and prognostic implications. *J Am Coll Cardiol* 2002;4:789–95.
- Kokkinidis DG, Papnastasiou CA, Jonnalagadda AK. The predictive value of baseline pulmonary hypertension in early and long term cardiac and all-cause mortality after transcatheter aortic valve implantation for patients with severe aortic valve stenosis: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovasc Revasc Med* 2018;19:859–67.
- Price LC, Montani D, Jais X, ym. Noncardiothoracic nonobstetric surgery in mild-to-moderate pulmonary hypertension. *Eur Respir J* 2010;35:1294–302.
- Lai HC, Lai HC, Wang KY, ym. Severe pulmonary hypertension complicates postoperative outcome of non-cardiac surgery. *Br J Anaesth* 2007;99:184–90.
- Ramakrishna G, Sprung J, Barugur SR, ym. Impact of pulmonary hypertension on the outcomes of noncardiac surgery. Predictors of perioperative morbidity and mortality. *J Am Coll Cardiol* 2005;45:1691–9.
- Meyer S, McLaughlin VV, Seyfarth HJ, ym. Outcomes of non-cardiac, nonobstetric surgery in patients with PAH: an international prospective survey. *Eur Respir J* 2013;41:1302–7.
- Minai OA, Venkateshiah SB, Arroliga AC. Surgical intervention in patients with moderate to severe pulmonary arterial hypertension. *Conn Med* 2006;70:239–43.
- Memtsoudis SG, Ma Y, Chiu YL, ym. Perioperative mortality in patients with pulmonary hypertension undergoing major joint replacement. *Anesth Analg* 2010;111:1110–6.
- Kaw R, Pasupuleti V, Deshpande A, ym. Pulmonary hypertension: an important predictor of outcomes in patients undergoing non-cardiac surgery. *Respir Med* 2011;105:619–24.
- Kreider ME, Hansen-Flaschen J, Ahmad NN, ym. Complications of video-assisted thoracoscopic lung biopsy in patients with interstitial lung disease. *Ann Thorac Surg* 2007;83:1140–5.
- Ross A, Ueda K. Pulmonary hypertension in thoracic surgical patients. *Curr Opin Anaesth* 2010;23:25–33.
- Caviezel C, Aruldas C, Franzen D, ym. Lung volume reduction surgery in selected patients with emphysema and pulmonary hypertension. *Eur J Cardio-Thor Surg* 2018;54:565–71.
- Wei B, D'Amico T, Samad Z, ym. The impact of pulmonary hypertension on morbidity and mortality following major lung resection. *Eur J Cardio-Thorac Surg* 2014;45:1028–33.
- Ly Y, Han G, Daiming F. Portopulmonary hypertension. *Scand J Gastroenterol* 2016;51:795–806.
- Krowka M, Plevak MJ, Findlay JY, ym. Pulmonary hemodynamics and perioperative cardiopulmonary-related mortality in patients with portopulmonary hypertension undergoing liver transplantation. *Liver Transpl* 2000;6:443–50.
- Krowka MJ, Fallon MB, Kawut SM, ym. International Liver Transplant Society practice guidelines: diagnosis and management of hepatopulmonary syndrome and portopulmonary hypertension. *Transplantation* 2016;100:1440–52.
- Regitz-Zagrosek V, Roos-Hesselink JW, Bauersachs J, ym. 2018 ESC Guidelines on the management of cardiovascular diseases during pregnancy. *Eur Heart J* 2018;39:3165–241.
- Hemmes AR, Kiely DG, Cockrill BA, ym. Statement on pregnancy in pulmonary hypertension from the Pulmonary Vascular Research Institute. *Pulm Circ* 2015;5:435–65.
- Bassily-Marcus AM, Yuan C, Oropello J, ym. Pulmonary hypertension in pregnancy: critical care management. *Pulm Med* 2012;2012:709407.
- Sliwa K, Hagen IM, Budts W, ym. Pulmonary hypertension and pregnancy outcomes: data from the Registry Of Pregnancy and Cardiac Disease (ROPAC) of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail* 2016;18:1119–28.
- Rex S, Devroe S. Anesthesia for pregnant women with pulmonary hypertension. *Curr Opin Anesthesiol* 2016;29:273–81.
- Pilkington SA, Taboada D, Martinez G. Pulmonary hypertension and its management in patients undergoing non-cardiac surgery. *Anaesthesia* 2015;70:56–70.
- Tonelli AR, Minai OM. Saudi guidelines on the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: perioperative management in patients with pulmonary hypertension. *Ann Thorac Med* 2014;9:S98–107.
- Strumpher J, Jacobsohn E. Pulmonary hypertension and right ventricular dysfunction: physiology and perioperative management. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2011;25:687–704.